تغییرپذیری فرسایش سطحی و دانه‌بندی ذرات خاک نسبت به جهت و درجه شیب دامنه در منطقه نیمه‌خشک در غرب زنجان

علی‌رضا واعظی*، زهرا بیات و مجید فرومدی[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۳۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱/۲۹)

چکیده

فرسایش خاک ناشی از رواناب سطحی یا فرسایش سطحی، یکی از مهم‌ترین پدیده‌های تخریب خاک در دامنه‌ها است. ویژگی‌های شیب مانند جهت و درجه شیب می‌توانند موجب تفاوت‌های ویژگی‌های خاک بین دامنه‌ها شوند. این مطالعه به‌منظور بررسی اثر درجه و جهت شیب بر تغییرات ویژگی‌های خاک در دامنه‌های کوتاه انجام گرفت. پنج تپه در برگیرنده دو دامنه شمالی و جنوبی و با درصد شیب متفاوت شامل ۱۰-۹، ۱۷-۱۳، ۲۲-۱۶، ۲۹-۳۱ و ۳۳-۳۷ درصد در یک منطقه نیمه‌خشک به وسعت ۳۰ هکتار در غرب زنجان واقع در شمال غرب ایران بررسی شدند. تپه‌ها دارای پوشش گیاهی مرتعی ضعیف است. نمونه‌های خاک در امتداد شیب‌ها از دو عمق (صفر تا ۵ و ۵ تا ۱۵ سانتی‌متر خاک) در چهار موقعیت با فاصله دو متری در طول شیب در دو تکرار برداشت شدند. در کل ۱۶۰ نمونه خاک برای تعیین توزیع اندازه ذرات (شن، سیلت و رس)، سنگریزه و چگالی ظاهری مورد تجزیه قرار گرفتند. مقدار فرسایش سطحی، براساس تغییرات توزیع اندازه ذرات و چگالی ظاهری به‌دست آمد. تغییرات دانه‌بندی ذرات و فرسایش سطحی بین دو جهت دامنه و نیز بین درجه‌های مختلف شیب با استفاده از آزمون توکی مورد تحلیل قرار گرفتند. تفاوت معنی‌داری بین جهت‌های شیب، از نظر مقدار فرسایش سطحی وجود نداشت. با این وجود مقدار فرسایش سطحی خاک در هر دو جهت، تحت تأثیر درجه شیب زمین قرار گرفت ($p<0/05$ و $R^2=0/78$). مقدار فرسایش سطحی در شیب‌های شمالی نسبت به شیب‌های متناظر جنوبی، وابستگی بیشتری به درجه شیب نشان داد. در شیب‌های جنوبی، مقدار فرسایش سطحی تحت تأثیر حرکت ذرات سیلت از خاک سطحی بود، درصورتی‌که در شیب‌های شمالی، مقدار فرسایش سطحی به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر هدررفت ذرات رس از خاک سطحی قرار گرفت.

واژه‌های کلیدی: توزیع اندازه ذرات، خصوصیات خاک، شیب جنوبی، شیب شمالی، فرسایش سطحی

۱. گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: vaezi.alireza@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

خاک یکی از مهم‌ترین منابع طبیعی بوده و از مهم‌ترین منابع زمینی و زیر بنای تمدن بشری به‌شمار می‌آید و به‌عنوان بستر حیات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۹). فرسایش آبی، مهم‌ترین عامل تخریب خاک در دامنه‌ها است. این پدیده شامل فرایندهای جداسازی، انتقال و رسوب ذرات خاک توسط قطرات باران و رواناب سطحی است (۱۳). جریان‌های سطحی کم‌عمق، ذرات ریز خاک را از سطح برداشت کرده و آنها را با توجه به اندازه، چگالی و شکل به پایین‌دست منتقل می‌کند (۱۱). فرسایش سطحی عبارت از انتقال ذرات خاک به‌وسیله جریان‌های روی زمینی است که اغلب فرسایندگی پایین‌تری دارند. جریان سطحی عامل عمده انتقال ذرات و فرسایش سطحی در دامنه‌ها به‌ویژه در شرایطی است که درجه شیب نسبتاً پایین بوده و سطح زمین فاقد پوشش گیاهی مناسب است. ذرات ریز و سبک بیشتر مستعد انتقال توسط جریان سطحی هستند. از این‌رو تداوم فرسایش خاک منجر به تغییر دانه‌بندی ذرات خاک در شیب‌ها می‌شود (۲۸). فرسایش آبی با ایجاد تغییر در توزیع اندازه ذرات خاک، موجب باز توزیع اندازه ذرات موجود در لایه سطحی خاک می‌شود و می‌تواند به‌طور قابل ملاحظه‌ای باعث تخریب ویژگی‌های خاک شود (۲۴). ذراتی که کمتر توسط جریان حمل می‌شوند، اغلب در سطح خاک باقی مانده و در نهایت بستر خاک از ذراتی که بیشتر حمل شده‌اند، تخلیه می‌شود.

عوامل متعددی بر شدت فرسایش سطحی خاک اثر می‌گذارند. این عوامل شامل ویژگی‌های باران (اندازه قطرات، مقدار و شدت بارندگی)، ویژگی‌های خاک (بافت، ساختمان، رطوبت و غیره) و شرایط سطح زمین از جمله شیب و پوشش گیاهی است. ویژگی‌های مختلف خاک از طریق تأثیر بر نفوذپذیری خاک و توزیع نیروهای فرساینده، بر قابلیت جدا شدن ذرات از سطح اثر می‌گذارند (۱۲). درجه و جهت شیب از عواملی مهم هستند که با تأثیر بر میزان تولید جریان و در نتیجه میزان نیروهای فرساینده خاک، فرسایش خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهند. به‌طورکلی زمانی که درجه شیب افزایش یابد، قدرت جریان نیز بالاتر می‌رود و در نتیجه فرسایندگی جریان بیشتر می‌شود (۱۰ و ۳۶). جهت شیب به‌دلیل دریافت متفاوت اشعه خورشید بر میزان فرسایش آبی اثر می‌گذارد. گزارش‌ها نشان می‌دهد که دامنه‌های جنوبی واقع در نیم‌کره شمالی غالباً به‌دلیل آفتاب‌گیر بودن و تبخیر بالا دارای پوشش گیاهی کمتر و در نتیجه فرسایش خاک بیشتری نسبت به دامنه‌های شمالی هستند (۷ و ۲۶).

در مطالعه‌ای گوپتا و کرا (۱۵) نشان دادند که جهت شیب تأثیر به‌سزایی در رشد پوشش گیاهی دارد. در مناطق نیمه‌خشک دامنه‌های شمالی، تراکم پوشش گیاهی بیشتری نسبت به دامنه جنوبی دارند، به‌طوری‌که هم‌بستگی منفی قوی بین فرسایش خاک و جهت شمالی وجود دارد. در پژوهشی کلسو (۶) نشان داد زمانی که درجه شیب و طول شیب افزایش می‌یابد، سرعت جریان آب، شدت جداسازی ذرات و انتقال ذرات روی شیب بالا می‌رود. در مطالعه‌ای استرنبرگ و ششانی (۲۹) نشان دادند که دامنه‌های شمالی دارای رابطه منفی با فرسایش خاک هستند اما در دامنه‌های جنوبی که دارای شیب‌های بالایی نیز هستند، رابطه بین جهت دامنه و فرسایش خاک مثبت است. در پژوهشی سوهوآ و همکاران (۳۰) نشان دادند که درجه شیب اثری عمده بر جدا شدن ذرات و انتقال آنها می‌گذارد، به‌ویژه زمانی که جریان‌های ضعیف سطحی در حال وقوع هستند. شی و همکاران (۲۸) نیز گزارش کردند که غلظت رسوب، به‌شدت وابسته به درجه شیب بوده، به‌نحوی که میانگین غلظت رسوب در شیب‌های تندتر، بیشتر است. وانگ و همکاران (۳۴) در پژوهشی به بررسی اثر درجه شیب بر رواناب و رسوب در سه شیب (۵، ۱۰ و ۱۵ درجه) و در دو نوع شخم (موازی شیب و کشت روی خطوط تراز) تحت باران شبیه‌سازی شده پرداختند. نتایج نشان داد که با افزایش درجه شیب مقدار رسوب و رواناب افزایش یافت و مقدار رسوب و رواناب در کشت بر روی خطوط تراز ۵۷ درصد کمتر از کشت موازی شیب بود. دلامینی و همکاران (۱۲) در زیمباوه به مطالعه عوامل مؤثر بر

www.SID.ir

Archive of SID

فرسایش سطحی در زمین‌های شیب‌دار پرداختند و برای انجام این مطالعه، ۲۳ هکتار از زمین‌های شیب‌دار انتخاب شد. از کرت‌های با مساحت یک مترمربع و با شیب متغیر از ۱۸ تا ۲۶ درصد استفاده شد. نتایج نشان داد که درجه شیب تأثیر غالبی بر فرسایش سطحی خاک گذاشت و موجب افزایش تلفات خاک شد. در پژوهشی کاتب و همکاران (۱۸) در حوضه آبخیز میون در پکن نشان دادند، درصورتی‌که دبی جریان یکسان باشد، با افزایش درجه شیب به‌دلیل افزایش قدرت جریان، فرسایندگی سطحی افزایش می‌یابد و میزان فرسایش ورقه‌ای نیز افزایش می‌یابد.

دامنه‌های مرتعی واقع در مناطق نیمه‌خشک اغلب پوشش گیاهی ضعیفی دارد و به‌دلیل ضعف محتوای ماده آلی، پایداری ساختمان خاک پایین است (۳۲). تحت این شرایط، خاک‌ها حساس به فرایندهایی مانند ضربه قطرات باران (پاشمان) و انتقال آنها توسط جریان رواناب هستند. جریان‌های سطحی اغلب هنگامی که شدت بارندگی و درجه شیب زمین چندان زیاد نیست، در چنین دامنه‌هایی شکل گرفته و منجر به انتقال ذرات از سراسر سطح دامنه می‌شوند. شدت وقوع جریان‌های سطحی علاوه بر اینکه به درجه شیب دامنه وابسته است، تحت تأثیر جهت جغرافیایی آن نیز قرار می‌گیرد. جهت دامنه به‌ویژه از نظر شمالی و جنوبی نقشی مهم در تغییرات دما و تبخیر و در نتیجه پوشش گیاهی در نیم‌کره شمالی کره زمین دارد. در کنار پدیده فرسایش خاک به‌وسیله آب، سایر پدیده‌های طبیعی نیز ممکن است منجر به تغییرات در ویژگی‌های خاک در نیمرخ به‌ویژه از نظر توزیع اندازه ذرات شود. شستشوی عمقی ذرات ریز در نیم‌رخ خاک که به‌دلیل نفوذ زیاد آب است، به نوبه خود می‌تواند منجر به تغییرات توزیع اندازه ذرات خاک و تشکیل افق‌های مشخصه سطحی و زیرسطحی شود. فرایندهای هوادیدگی نیز عامل مهم دیگری هستند که در ابعاد نیم‌رخ خاک می‌توانند منجر به تغییر ویژگی‌های خاک از مواد مادری و ظهور افق‌های مختلف در مقیاس بزرگ (نیم‌رخ خاک) شوند. به هر حال در مقیاس بسیار کوچک مانند خاک سطحی، فرسایش خاک در دامنه نقشی اساسی در تغییرپذیری توزیع اندازه ذرات در لایه نازک سطحی نسبت به لایه زیرسطحی ایفا می‌کند. با توجه به اهمیت درجه و جهت شیب در فرسایش آبی و تغییر خصوصیات خاک در لایه سطحی، تحقیق حاضر به‌منظور بررسی توزیع اندازه ذرات ناشی از فرسایش سطحی تحت تأثیر درجه و جهت شیب در منطقه نیمه‌خشک انجام گرفت.

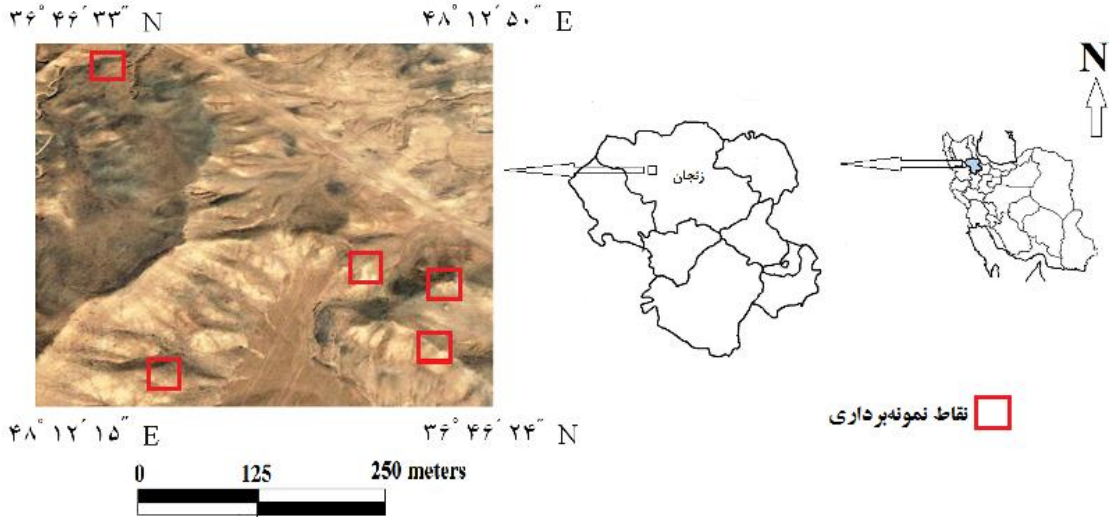
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

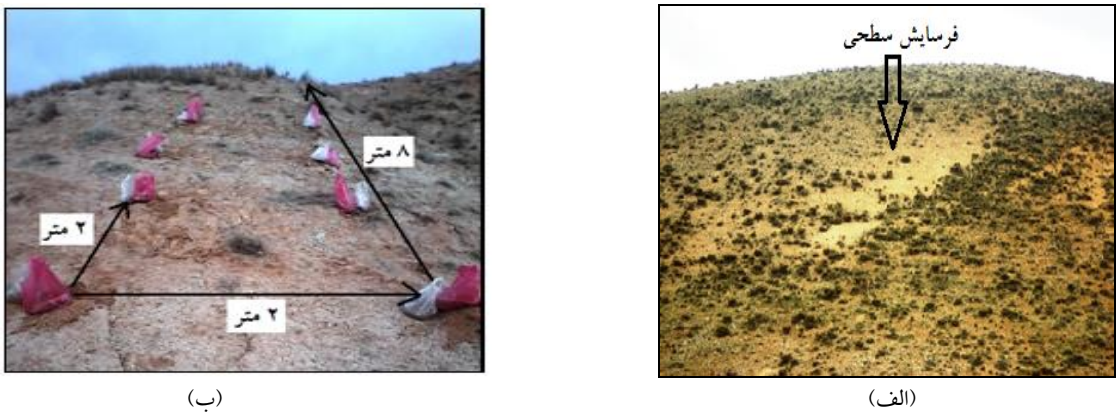
منطقه مورد مطالعه شامل تپه‌هایی با پوشش گیاهی ضعیف بود که در غرب استان زنجان در پیرامون روستای یامچی در ۲۵ کیلومتری جاده قدیم زنجان به میانه واقع شده است. این منطقه در محدوده جغرافیایی از "۱۵ ,۱۲′ ,۴۸° تا "۵۰ ,۱۲′ ,۴۸° طول شرقی و از "۲۴ ,۴۶′ ,۳۶° تا "۳۳ ,۴۶′ ,۳۶° عرض شمالی قرار دارد (شکل ۱). با توجه به میانگین دمای سالانه (۲۱ درجه سلسیوس) و متوسط بارندگی سالانه (۲۵۵ میلی‌متر) اقلیم منطقه براساس روش طبقه‌بندی دومارتن، نیمه‌خشک است. متوسط ارتفاع منطقه ۱۵۳۶ متر از سطح دریا و حدود ۲۴ درصد منطقه را شیب‌های بالاتر از ۲۰ درصد تشکیل می‌دهد. تیپ فیزیوگرافی غالب منطقه، تپه است. تشکیلات زمین‌شناسی به‌صورت عمده، کواترنری و مربوط به رسوبات دوران چهارم است. رژیم حرارتی خاک‌های منطقه، مزیک و رژیم رطوبتی آنها، زریک هستند. خاک‌ها از نظر پیدایش جوان بوده و اغلب دارای نیم‌رخ کم عمق و تکامل نیافته هستند که در برخی قسمت‌ها بر روی طبقه آهکی قرار گرفته است (۲). این نتایج مؤید آن است که شدت فرایندهای خاک‌سازی در منطقه بسیار ضعیف است. گونه‌های گیاهی درمنه (*Artemisia*) و خارشتر (*Alhagi maurorum*) از گونه‌های غالب گیاهی در منطقه هستند. این منطقه تحت تأثیر فرسایش سطحی قرار دارد. بروز لکه‌های روشن در سطح دامنه‌ها، نشانه‌ای از شدت وقوع چنین فرسایشی در منطقه است. شکل (۲- الف) نمونه‌ای از فرسایش سطحی در دامنه جنوبی با پوشش گیاهی ضعیف

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱. موقعیت منطقه مطالعاتی بر روی نقشه ایران و تصویر ماهواره‌ای



(ب) (الف)

شکل ۲. الف) نمایی از فرسایش سطحی در دامنه جنوبی و ب) موقعیت نقاط نمونه‌برداری خاک در طول دامنه

را نشان می‌دهد. در منطقه مطالعاتی در کنار فرسایش سطحی اشکال دیگر فرسایش آبی مانند فرسایش شیاری و خندقی نیز قابل مشاهده است.

نمونه‌برداری و تجزیه خاک دامنه‌ها

پس از بررسی‌های میدانی، پنج تپه که دارای دامنه‌های متناظر شمالی و جنوبی بودند در محدوده‌ای به وسعت حدود ۳۰ هکتار انتخاب شدند. ارتفاع نقاط از سطح آب‌های آزاد در این منطقه بین ۱۵۴۰ تا ۱۵۴۹ متر متغیر است. تپه‌های مورد مطالعه دارای پوشش مرتعی ضعیف هستند که تنها در سال‌های پرباران و در نتیجه رشد بهتر گیاهان مرتعی ممکن است در اوایل بهار تحت چرای دام قرار بگیرند. دامنه‌های شمالی دارای شیب‌های ۱۰، ۱۶، ۲۲، ۲۹ و ۳۷ درصد بودند و دامنه متناظر جنوبی نیز به‌ترتیب دارای شیب‌های ۹، ۱۳، ۱۷، ۳۱ و ۳۳ درصد بودند. دامنه‌ها اغلب دارای طولی کوتاه (حدود ۱۲ متر) بود. نمونه‌های خاک با فاصله دو متری از رأس شیب از دو عمق صفر تا پنج سانتی‌متری (خاک سطحی) و ۵ تا ۱۵سانتی‌متری (خاک زیرسطحی) در چهار موقعیت در طول دامنه با فاصله دو متری از هم در عرض دامنه برداشت شدند (۳). از هر جهت دامنه، تعداد هشت نمونه خاک سطحی و هشت نمونه خاک زیرسطحی و از کل دامنه‌ها مجموعاً ۱۶۰ نمونه خاک (سطحی و زیرسطحی) جمع‌آوری شد (شکل ۲- ب). از آنجا که تعیین

www.SID.ir

Archive of SID

فرسایش سطحی در شرایط طبیعی کاری دشوار است، انتخاب نمونه خاک سطحی و زیرسطحی برای پی‌بردن به تغییرات دانه‌بندی ذرات خاک در دو عمق مذکور بود. اگرچه این تغییرات تحت تأثیر عوامل متعددی مانند فرایندهای خاک‌سازی می‌تواند قرار بگیرد لیکن نقش فرسایش سطحی در تغییر دانه‌بندی ذرات خاک سطحی نسبت به خاک زیرسطحی بسیار غالب است. علاوه بر جمع‌آوری نمونه‌های خاک، برای تعیین جرم مخصوص ظاهری، نمونه خاک دست‌نخورده به‌وسیله استوانه فلزی به قطر ۴۱ میلی‌متر و ارتفاع ۵۲ میلی‌متر در محل نمونه‌برداری برداشت شد (۲۰).

نمونه‌های دست‌خورده در هوای آزاد خشک و کوبیده شد. برای تعیین درصد سنگریزه نمونه‌های خاک از الک دو و هشت میلی‌متری عبور داده شد و درصد سنگریزه براساس فراوانی ذرات با قطر دو تا هشت میلی‌متر در نمونه خاک سطحی تعیین شد (۳۱). در نمونه‌های خاک گذرانیده از الک دو میلی‌متر توزیع اندازه ذرات خاک شامل درصد شن (۲- ۰/۰۵ میلی‌متر)، سیلت (۰/۰۵ - ۰/۰۰۲ میلی‌متر) و رس (کوچک‌تر از ۰/۰۰۲ میلی‌متر) در نمونه‌های خاک سطحی و زیرسطحی به روش هیدرومتری (۱۷) تعیین شد. همچنین برای آگاهی از ویژگی‌های خاک سطحی دامنه‌ها، جرم مخصوص حقیقی با روش پیکنومتر (۱۶)، درصد کربن آلی خاک به روش والکلی- بلک (۲۳)، درصد کربنات کلسیم معادل به روش خنثی‌سازی با اسید کلریدریک یک نرمال (۲۰)، pH خاک در گل اشباع با استفاده از pH سنج، شوری خاک در عصاره اشباع با استفاده از EC سنج (۵) و درصد سدیم تبادلی (ESP) به‌وسیله دستگاه فلیم‌فتومتر (۸) در نمونه‌های خاک سطحی تعیین شدند.

براورد مقدار فرسایش سطحی خاک

از آنجا که تعیین فرسایش سطحی بر روی دامنه‌ها، تحت باران‌های طبیعی کاری بسیار دشوار است و همچنین اندازه‌گیری آن در سراسر دامنه با استفاده از باران‌های شبیه‌سازی شده، نیاز به استفاده از دستگاه‌های شبیه‌ساز باران با ابعاد بزرگ است، لزوم بهره‌مندی از روش ساده و سریع برای براورد آن حائز اهمیت است. برای این منظور در دامنه‌های شیب‌دار، می‌توان دانه‌بندی ذرات خاک را در لایه بسیار نازک سطحی که عمدتاً تحت تأثیر فرایندهای فرسایش سطحی قرار می‌گیرد را با لایه مجاور زیرین مورد مقایسه قرار داد. انتخاب این روش براوردی به این دلیل بود که خاک سطحی همواره تحت تأثیر فرایندهای فرسایش سطحی قرار دارد، درحالی‌که خاک زیرسطحی به‌عنوان بخشی از نیم‌رخ خاک در معرض مستقیم فرایندهای فرسایشی (باران و رواناب) قرار نمی‌گیرد. از این‌رو، نسبت میانگین قطر ذرات معدنی در خاک سطحی به میانگین قطر ذرات در خاک زیرسطحی مورد بررسی قرار گرفت. با مقایسه این دو لایه می‌توان میزان افزایش اندازه ذرات خاک سطحی را نسبت به خاک زیرسطحی تعیین کرد و براساس چگالی ظاهری زمین، مقدار فرسایش سطحی (به‌ازای جرم خاک هدر رفته در واحد سطح) را براورد کرد. به‌هرحال با توجه به اینکه در شرایط طبیعی، تغییرات دانه‌بندی ذرات در خاک سطحی نسبت به خاک زیرسطحی در یک دامنه در ابعاد زمانی بسیار طولانی از نظر زمین‌شناسی رخ داده است، نمی‌توان شدت فرسایش سطحی را در ابعاد زمانی تعیین کرد. بنابراین این پژوهش برای براورد مقدار فرسایش سطحی در دامنه‌های با جهت و درصد شیب متفاوت انجام گرفت. برای این منظور، لایه نازک خاک سطحی (صفر تا ۵ سانتی‌متر) و لایه همجوار زیرین آن (۵ تا ۱۵سانتی‌متر) به‌عنوان خاک زیرسطحی که هر دو در افق مشخصه سطحی خاک قرار دارند، از نظر توزیع اندازه ذرات مورد بررسی و مقایسه قرار گرفتند. برای انجام مقایسه، از شاخص میانگین وزنی قطر ذره برای تعیین متوسط اندازه ذرات خاک سطحی و خاک زیرسطحی استفاده شد (۳۶):

$$MWDp = Sand \times \frac{(۲+۰/۰۵)}{۲} + Silt \times \frac{(۰/۰۵+۰/۰۰۲)}{۲} + Clay \times \frac{(۰/۰۰۲+۰)}{۲} \quad [۱]$$

$$\text{Surface erosion rate} = MWDp_{(۱)} / MWDp_{(۲)} \quad [۲]$$

www.SID.ir

Archive of SID

که در آن: شن، سیلت و رس برحسب درصد وزنی و MWDp میانگین قطر ذرات خاک (mm) است.

پس از اعمال جرم مخصوص ظاهری، مقدار فرسایش سطحی خاک به‌صورت کیلوگرم در هکتار براساس ذرات اولیه خاک براورد شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

نرمال بودن داده‌ها با استفاده از تحلیل آماره‌های چولگی و کشیدگی مورد بررسی قرار گرفت (۱۴). تفاوت متغیرهای تحت بررسی (مقدار فرسایش سطحی و دانه‌بندی ذرات خاک) بین درجه‌های شیب به‌روش تجزیه واریانس با استفاده از آزمون توکی تحلیل شد. تفاوت متغیرهای مورد بررسی بین دو جهت شیب به‌روش آزمون t نمونه‌های جفتی مورد بررسی قرار گرفت. پس از جمع‌آوری و ثبت داده‌ها برای تحلیل آماری از نرم افزارSPSS نسخه ۲۰ استفاده شد.

نتایج و بحث

ویژگی‌های خاک دامنه‌ها

برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک دامنه‌های شمالی و جنوبی در جدول (۱)ارائه شده است. براساس نتایج، بافت غالب خاک دامنه‌های شمالی، لوم رسی بود. خاک این دامنه‌ها از لحاظ شیمیایی قلیایی (pH>۷) و غیر شور (EC=۱/۱۰dS m^{-1}) بود. میزان ماده آلی خاک، حدود (۰/۶۳ درصد) بود که به‌دلیل داشتن کربنات کلسیم معادل نسبتاً بالا (۱۱/۵۲ درصد) جزء خاک‌های آهکی محسوب می‌شود. در دامنه‌های جنوبی متناظر نیز بافت غالب خاک‌ها، لوم رسی مشاهده شد. خاک این دامنه‌ها نیز، غیر شور (EC=۱/۱۴ dS m^{-1}) با ماده آلی پایین (۰/۴۸ درصد) بود. به‌دلیل داشتن کربنات کلسیم معادل نسبتاً بالا (۱۲/۳۹ درصد)، خاک این دامنه‌ها نیز آهکی بود.

تغییرات مقدار فرسایش سطحی در دامنه‌ها

مقدار فرسایش سطحی در دامنه‌های جنوبی به‌طور میانگین (۷۳/۲۳ کیلوگرم بر هکتار) بود که به اندازه ۲۹ درصد بیشتر از میانگین آن در دامنه‌های شمالی (۵۶/۷۷ کیلوگرم بر هکتار) بود. شکل (۳) مقدار فرسایش سطحی تحت تأثیر جهت شیب (شمالی و جنوبی) را نشان می‌دهد. جهت قرار گرفتن دامنه نسبت به خورشید، در میزان گرمایی که دریافت می‌کند، تأثیر دارد. در نیم‌کره شمالی، دامنه‌های جنوبی رو به آفتاب هستند. تحت این شرایط، درجه حرارت زمین و هوای اطراف آن در واحد سطح بسیار بیشتر از مقادیر آنها در شیب هم‌درجه‌ای است که پشت به آفتاب است. این دامنه‌ها، محتوای رطوبت خاک کمتر داشته و ویژگی‌های خاک از نظر ماده آلی و در نتیجه پایداری ساختمان ضعیف است. رشد پوشش گیاهی در این دامنه‌ها اغلب کمتر بوده و مقدار فرسایش سطحی بالاتر است. تجزیه آماری نشان داد که مقدار فرسایش سطحی بین دو دامنه جنوبی و شمالی تفاوت معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) دارد (جدول ۲). در پژوهشی زینگ (۳۷) در چین نشان داد که میزان هدررفت خاک در دامنه‌های جنوبی بیشتر از دامنه‌های متناظر شمالی است. در دامنه‌های جنوبی با افزایش درصد شیب، هدررفت خاک بیشتر می‌شود. لنکا و همکاران (۲۱) طی مطالعه‌ای در هند بیان کردند، دامنه‌های جنوبی نسبت به دامنه‌های شمالی گرم‌تر بوده و میزان ماده آلی پایین‌تری دارند و همین عامل موجب می‌شود خاک چسبندگی کمتری داشته باشد.

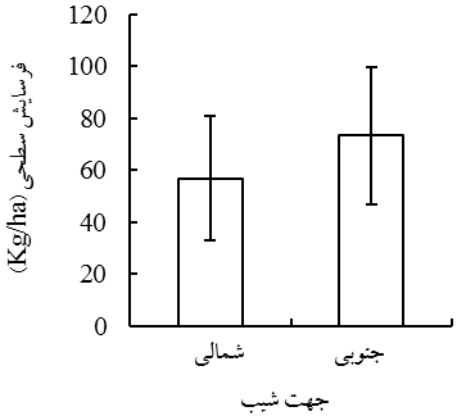
بررسی تغییرات فرسایش سطحی بین درجات مختلف شیب نشان داد که مقدار فرسایش سطحی در هر دو دامنه شمالی و جنوبی به‌طور معنی‌دار ($p<۰/۰۰۱$) تحت تأثیر درجه شیب قرار دارد (جدول ۳). درجه شیب از طریق تأثیر بر فرصت نفوذ و کاهش آن موجب بالا بردن تولید جریان سطحی و در نتیجه هدررفت خاک می‌شود. به‌همین دلیل میزان فرسایش خاک در دامنه‌هایی با شیب بالا افزایش نشان داد. با افزایش درصد شیب به‌دلیل افزایش قدرت جریان شدت جدا شدن ذرات برروی شیب بالا رفته و هدررفت خاک و میزان فرسایش آبی افزایش یافته است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در دامنه‌های شمالی و جنوبی

ویژگی‌های خاک	دامنه شمالی	دامنه جنوبی
	انحراف معیار± میانگین	انحراف معیار± میانگین
شن (٪)	۱۱/۴۸± ۲۴/۳۱	۳۲/۳۹ ± ۱۴/۱۳
سیلت (٪)	۶/۳۱± ۴۳/۷۱	۴۰/۰۴ ± ۱۲/۶۳
رس (٪)	۳۱/۹۶ ± ۱۲/۹۸	۲۷/۵۶ ± ۱۳/۸۹
سنگریزه (٪)	۶/۴۷ ± ۶/۱۲	۷/۹۷ ± ۶/۳۷
جرم مخصوص ظاهری ($g\ cm^{-3}$)	۱/۴۴ ± ۰/۱۷	۱/۵۸ ± ۰/۱۹
پ‌هاش	۷/۷۲ ± ۰/۱۱	۷/۷۶ ± ۰/۱۱
هدایت الکتریکی ($dS\ m^{-1}$)	۱/۱۰ ± ۰/۳۸	۱/۱۴ ± ۰/۴۶
ماده آلی (٪)	۰/۶۳ ± ۰/۴۳	۰/۴۸ ± ۰/۳۷
کربنات کلسیم معادل (٪)	۱۱/۵۲ ± ۱/۹۱	۱۲/۳۹ ± ۱/۹۲



شکل ۳. مقدار فرسایش سطحی تحت تأثیر جهت شیب

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس تأثیر جهت شیب بر فرسایش سطحی

منبع تغییرات	درجه آزادی	اختلاف میانگین	t	معنی‌داری
مقدار فرسایش سطحی	۷۸	۲/۶۷	۱/۹۶	۰/۰۵

جدول ۳. تجزیه واریانس تأثیر درجه شیب بر مقدار فرسایش سطحی در دو جهت شیب

منبع تغییرات	جهت شیب	درجه آزادی	میانگین مربعات	مجموع مربعات	F
مقدار فرسایش سطحی	شمالی	۴	۲/۸۹	۱۱/۵۸	۱۱/۹۱***
	جنوبی	۴	۵/۷۱	۲۲/۸۵	۲۱/۵۸***

*** معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۰۱ درصد

www.SID.ir

Archive of SID

علت اصلی فرسایش سطحی در دامنه‌های شمالی با افزایش شیب، هدررفت بیشتر ذرات رس و در دامنه‌های جنوبی هدررفت بیشتر ذرات سیلت است. تأثیر افزایش میزان فرسایش آبی خاک با افزایش درصد شیب با نتایج زینگ (۳۷) مطابقت دارد.

رابطه بین مقدار فرسایش سطحی و درجه شیب در دامنه‌ها نیز مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۴). نتایج نشان داد در دامنه‌های شمالی میزان فرسایش با افزایش درصد شیب افزایش یافت و رابطه معنی‌دار بین مقدار فرسایش سطحی و درصد شیب به‌دست آمد ($p<0/05$ و $R^2=0/77$). افزایش درجه شیب در دامنه‌های جنوبی نیز موجب افزایش مقدار فرسایش سطحی خاک شد و رابطه‌ای معنی‌دار، بین مقدار فرسایش سطحی و درصد شیب دامنه مشاهده شد ($p<0/05$ و $R^2=0/78$). نتایج حاصله با یافته‌های زارع‌خورمیزی و همکاران (۱) مطابقت دارد. آنها دلیل هدررفت بیشتر خاک با افزایش درصد شیب را کاهش مقاومت خاک سطحی بیان کردند. یافته‌های زینگ (۳۷) در چین نیز نشان داد که همبستگی قوی بین درصد شیب و هدررفت خاک در دامنه‌های جنوبی وجود دارد ($p<0/01$ و $R^2=0/94$).

مطابق با معادلات ارائه شده بین فرسایش سطحی و شیب می‌توان نتیجه گرفت که آستانه شیب برای وقوع فرسایش سطحی در دامنه‌های شمالی (۱۰/۶ درصد) بیشتر از دامنه‌های جنوبی (۵/۵ درصد) است. مقایسه نقش شیب در فرسایش سطحی در دامنه‌های شمالی و جنوبی نشان می‌دهد که اهمیت شیب دامنه در فرسایش سطحی در دامنه‌های شمالی تا حدی بیشتر از دامنه‌های جنوبی است. این نتایج بیانگر آن است که خاک دامنه‌های جنوبی به‌شدت به فرسایش سطحی حساس هستند، به‌طوری‌که حتی در شیب‌های بسیار پایین، احتمال وقوع فرسایش سطحی در آنها بالاتر است. ضعف پوشش گیاهی در این دامنه‌ها، موجب می‌شود طی سالیان متمادی، مقدار ماده آلی خاک نیز کمتر بوده و ساختمان خاک نیز پایداری اندکی در برابر فرایندهای فرسایش آبی داشته باشد (۹).

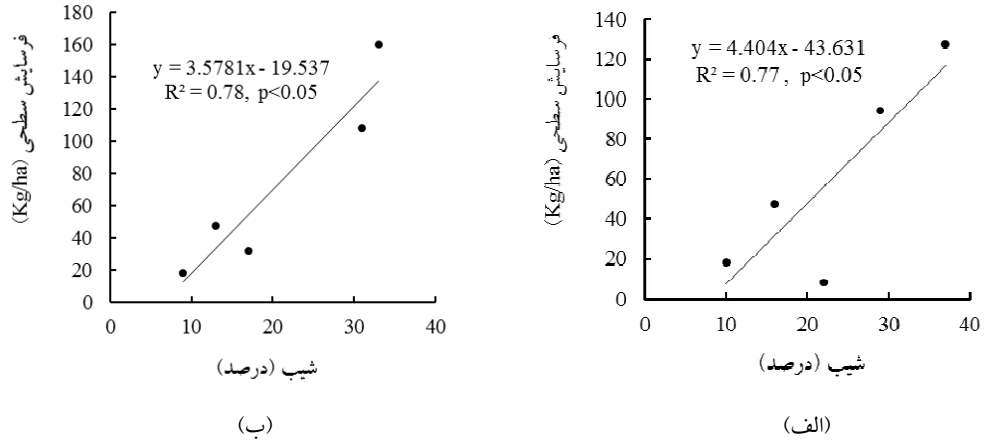
تغییرات توزیع اندازه ذرات خاک تحت تأثیر جهت دامنه

شکل ۵ تغییرات فراوانی ذرات خاک سطحی (شن، سیلت و رس) را در جهت‌های دامنه نشان می‌دهد. مقدار شن خاک در دامنه‌های جنوبی، به‌طور متوسط ۸/۰۸ درصد بیشتر از خاک دامنه‌های شمالی بود ($p<0/01$). مقدار سیلت و رس خاک در دامنه‌های جنوبی به‌ترتیب ۳/۶۷ و ۴/۴۱ درصد کمتر از خاک دامنه‌های شمالی بود، با این حال این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۴). همچنین میزان سنگریزه در دامنه جنوبی ۱/۴۹ درصد بیشتر از دامنه شمالی بود، با این حال این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نبود. این نتیجه مطابق با یافته‌های مارن و همکاران (۲۲) بود. آنها پس از بررسی‌های خود در نپال بیان کردند که میزان شن در دامنه جنوبی بیشتر و میزان سیلت و رس کمتر از از دامنه شمالی است، به‌طوری‌که از لحاظ میزان شن و سیلت بین دو دامنه اختلاف معنی‌دار ($p<0/001$) وجود دارد. همچنین کیمارو و همکاران (۱۹) در تانزانیا نشان دادند که در دامنه‌های جنوبی نسبت به دامنه‌های شمالی، به‌دلیل فرسایش بالا، ذرات درشت شن به‌طور میانگین مقدار بیشتر و ذرات رس، فراوانی پایین‌تری داشت. فرسایش ذرات ریز (رس) و برجای ماندن ذرات درشت، عامل اصلی تفاوت فراوانی ذرات رس و شن بین دو دامنه بود. در فرسایش سطحی، فرایند انتقال ذرات توسط جریان سطحی، ماهیتی انتخابی دارد. این عامل موجب می‌شود تا ذرات ریز توسط جریان‌های سطحی به پایین‌دست شیب منتقل شود و در سطح خاک، ذرات درشت‌تر مانند شن باقی بماند (۲۷). در دامنه‌های جنوبی به‌دلیل دریافت گرمای بیشتر، با تجزیه بیشتر مواد آلی، خاک چسبندگی خود را از دست می‌دهد، به‌دنبال آن فرسایش بیشتر شده و ذرات سست و ریز همراه با رواناب انتقال یافته و ذرات درشت شن بیشتر در سطح خاک نمایان می‌شود (۲۸).

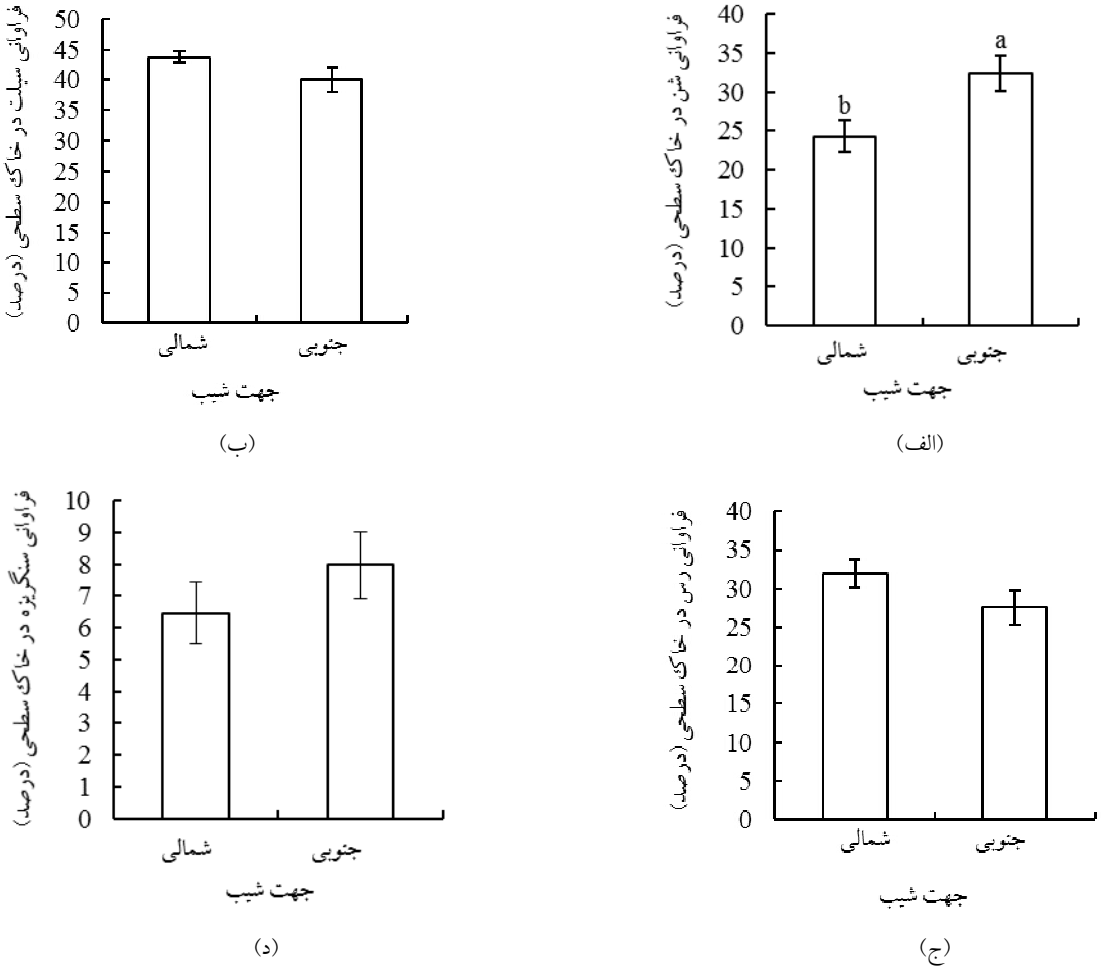
در مطالعه‌ای، وو و همکاران (۳۵) در چین نشان دادند که در اثر فرسایش خاک ذرات سیلت انتقال یافته و میزان آن در سطح خاک در نقاط فرسایش‌یافته، کاهش یافت. همچنین نتایج به‌دست آمده با نتایج وانگ و شائو (۳۳) مطابقت دارد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴. الف) رابطه بین مقدار فرسایش سطحی و درصد شیب در الف) دامنه‌های شمالی و ب) دامنه‌های جنوبی



شکل ۵. اثر جهت شیب بر فراوانی ذرات خاک سطحی: الف)شن، ب) سیلت، ج) رس و د) سنگریزه

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس تأثیر جهت شیب بر درصد ذرات شن، سیلت و رس و درصد سنگریزه در دو جهت شیب

منبع تغییرات	درجه آزادی	اختلاف میانگین	t	معنی‌داری
شن	۷۸	۷/۹۲	۲/۴۸	۰/۰۱
سیلت	۷۸	۲/۹۵	۱/۳۹	۰/۱۶
رس	۷۸	۷/۹۳	-۳/۲۲	۰/۱۹
سنگریزه	۷۸	۱/۸	۱/۲۶	۰/۲۱

آنها نشان دادند که ذرات سیلت دارای چسبندگی اندکی هستند و حساس به انتقال هستند و زمانی که در برابر نیروهای فرساینده قرار گیرند، به‌آسانی منتقل می‌شوند. انتقال این ذرات در دامنه‌هایی با شیب بالا بیشتر صورت می‌گیرد. در دامنه‌های جنوبی که دارای شیب‌های تند هستند، باران‌هایی که شدت پایین اما مدت طولانی دارند، شرایط انتقال سیلت را فراهم می‌آورند. بنابر عقیده بین (۴) فرسایش‌پذیری بالای سیلت در شیب‌های تند، موجب انتقال بیشتر این ذرات شده است. براساس نتایج حاصله رابطه بین درصد شیب و میزان سیلت منفی بوده که موجب شده تا میزان سیلت در دامنه‌های جنوبی نسبت به دامنه‌های متناظر شمالی، مقدار کمتری داشته باشد. افزایش میزان شن و کاهش میزان ذرات ریز در دامنه‌های جنوبی موجب شده است تا جرم مخصوص ظاهری در دامنه‌های جنوبی بیشتر از دامنه‌های متناظر شمالی باشد.

تغییرات توزیع اندازه ذرات خاک تحت تأثیر شیب دامنه

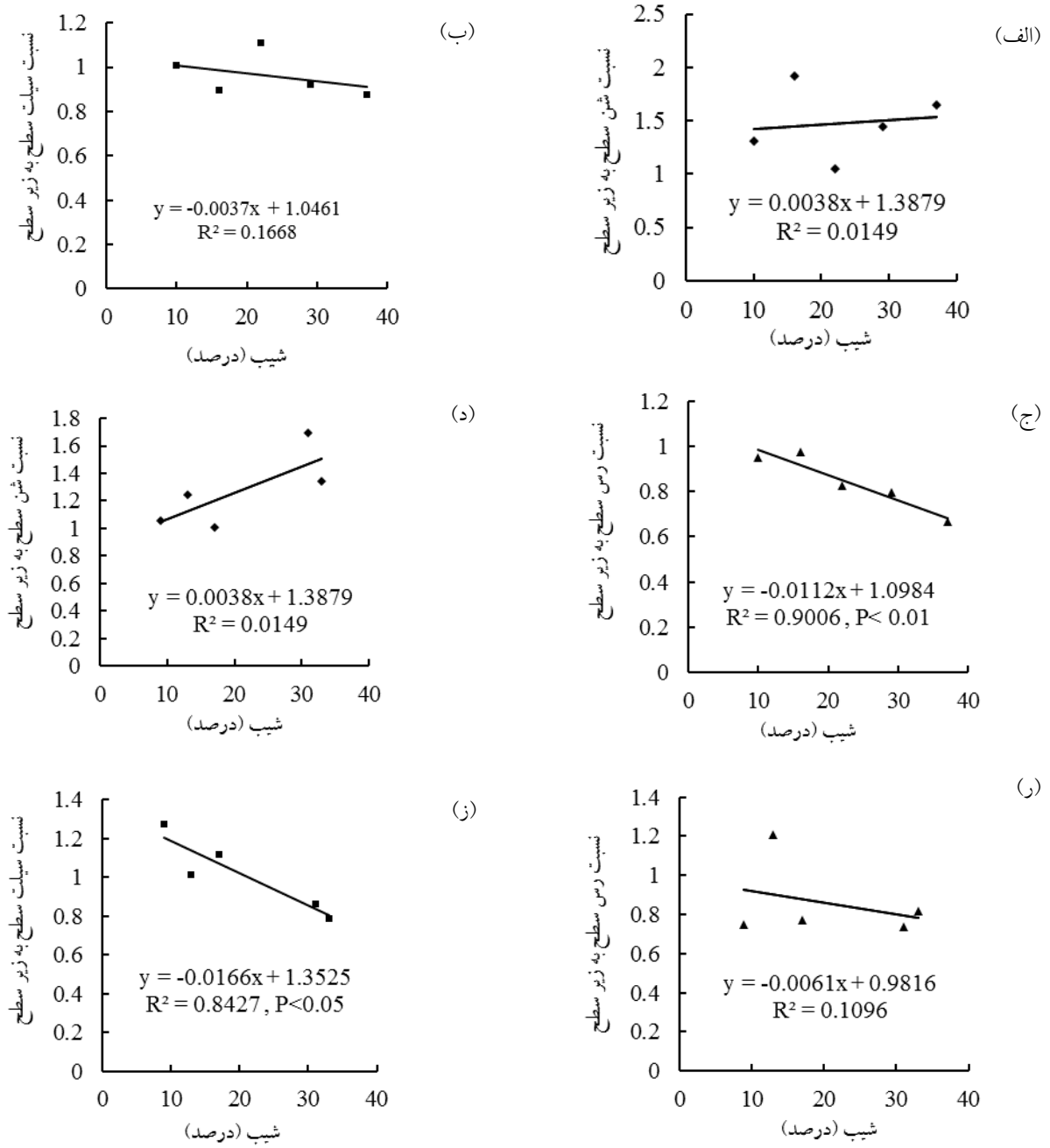
شکل ۶ نسبت دانه‌بندی ذرات شن، سیلت و رس در خاک سطحی به خاک زیرسطحی، تحت تأثیر درجه شیب، در دو جهت شیب را نشان می‌دهد. براساس نتایج، نسبت دانه‌بندی ذرات شن سطح به زیر سطح، با افزایش درصد شیب در دامنه‌های شمالی و جنوبی افزایش قابل توجهی را نشان نداد. نسبت دانه‌بندی ذرات سیلت سطح به زیرسطح تنها در دامنه‌های جنوبی تحت تأثیر شیب دامنه قرار گرفت ($p<0/05$ و $R^2=0/84$). همچنین نسبت دانه‌بندی ذرات رس سطح به زیرسطح نیز تنها در دامنه‌های شمالی کاهش یافت ($p<0/01$ و $R^2=0/90$). زمانی که درجه شیب افزایش یابد، پایداری خاک روی سطح شیب کاهش می‌یابد (۲۵). با توجه به نتایج می‌توان نتیجه گرفت که علت اصلی فرسایش سطحی در دامنه‌های شمالی با افزایش شیب، هدررفت بیشتر ذرات رس و در دامنه‌های جنوبی هدررفت بیشتر ذرات سیلت است.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که اگرچه دانه‌بندی ذرات خاک سطحی تحت تأثیر جهت شیب قرار می‌گیرد اما این عامل نقشی قابل توجه در مقدار فرسایش سطحی در منطقه ندارد. درجه شیب به‌طور قابل ملاحظه‌ای در کنار تغییر توزیع اندازه ذرات خاک سطحی، بر مقدار فرسایش سطحی نیز اثر می‌گذارد. به‌هرحال میزان تأثیر جهت شیب بر توزیع اندازه ذرات خاک سطحی بین دو جهت دامنه یکسان نیست به‌طوری که اثر درجه شیب بر مقدار فرسایش سطحی در دامنه‌های شمالی بیشتر از دامنه‌های جنوبی است. بررسی فراوانی ذرات خاک بین دو جهت دامنه نشان داد که مجموع فراوانی ذرات شن و سنگریزه و نیز مجموع فراوانی ذرات سیلت و رس بین دو جهت دامنه نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار است. هدررفت بالای ذرات ریز (سیلت و رس) از خاک سطحی و بر جای ماندن ذرات درشت، از دلایل بالا بودن میزان شن و سنگریزه و پایین بودن میزان سیلت و رس در دامنه‌های جنوبی نسبت به دامنه‌های متناظر شمالی بود. بررسی تغییرات فراوانی ذرات خاک تحت تأثیر درصد شیب نشان داد که تغییرات قابل توجهی بین میزان شن در خاک سطحی و زیرسطحی بین دامنه‌های شمالی و جنوبی

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۶. رابطه بین درصد شیب دامنه و نسبت دانه‌بندی ذرات سطح به زیرسطح در دامنه‌های شمالی؛ الف) شن، ب) سیلت، ج) رس و در دامنه‌های جنوبی: د) شن ، ر) سیلت، ز) رس

وجود ندارد. با این وجود در دامنه‌های جنوبی نسبت دانه‌بندی ذرات سیلت سطح به زیرسطح تحت تأثیر درصد شیب قرار دارد و در دامنه‌های شمالی نسبت دانه‌بندی ذرات رس سطح به زیر سطح تحت تأثیر درصد شیب قرار گرفت. با افزایش درصد شیب در هر دو دامنه، نسبت ذرات مذکور به‌شدت کاهش یافت. به‌طورکلی این پژوهش نشان داد که در دامنه‌های شیب‌دار با نیم‌رخ جوان که کمتر تحت تأثیر فرایندهای خاک‌سازی قرار گرفته‌اند، می‌توان مقدار فرسایش سطحی را براساس مقایسه توزیع اندازه ذرات خاک در لایه نازک سطحی (صفر تا پنج سانتی‌متر) با خاک همجوار زیرسطحی (۵ تا ۱۵

www.SID.ir

Archive of SID

سانتی‌متر) براورد کرد. با به‌کارگیری این روش می‌توان دامنه‌های حساس به فرسایش سطحی را مورد شناسایی قرار داد و نسبت به اتخاذ روش‌های مدیریتی برای کاهش فرسایش خاک در آنها اقدام کرد.

منابع مورد استفاده

۱. زارع‌خورمیزی، م.، ع. نجفی‌نژاد، ن. نورا و ع. کاویان. ۱۳۹۰. اثر شیب و خصوصیات خاک بر رواناب و هدررفت خاک با استفاده از شبیه‌ساز باران، حوزه آبخیز چهل‌چای استان گلستان. *مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک* ۱۹(۲): ۱۷۷-۱۶۵.

۲. واعظی، ع. ر. و ح. قره‌داغلی. ۱۳۹۲. کمی‌سازی گسترش فرسایش شیاری در خاک‌های مارنی در حوزه آبخیز زنجان‌رود در شمال غرب زنجان، *نشریه آب و خاک* ۲۷: ۸۸۱-۸۷۲.

3. Abbasi, N., R. Bahramloo, M. Movahedan. 2015. Strategic planning for remediation and optimization of the magnitude of rill erosion in Belgium and northern France. *Catena* 114: 129–139.
4. Beyen, S. 2011. Toposequence in Gununo Area, Southern Ethiopia. Journal of Sciences and Development 1(1): 31-41.
5. Carter, M. R. and E. G. Gregorich. 2008. Soil Sampling and Methods of Analysis, Second Edition. Canadian Society of Soil Science Publisher. Canada.
6. Celso, A. G. 1997. Developing a sheet erosion equation for a semiarid region, human impact on erosion and sedimentation, *In*: Proceedings of the Rabat Symposium, Morocco, IAHS Publication. PP. 31-38.
7. Cerdà, A. 1997. The influence of aspect and vegetation on seasonal changes in erosion under rainfall simulation on a clay soil in Spain. *Canadian Journal of Soil Science* 78(2):321-330.
8. Chapman, H. D. and P. F. Pratt. 1978. Methods of Analysis for Soils, Plants and Waters. Division of Agricultural Sciences. University of California, USA.
9. Chen, L., Z. Huang, J. Gong, B. Fu and Y. Huang. 2007. The effect of land cover/vegetation on soil water dynamic in the hilly area of the loess plateau, *China. Catena* 70(2): 200-208.
10. Defersha, M., S. Quraishi and A. Melesse. 2011. The effect of slope steepness and antecedent moisture content on interrill erosion, runoff and sediment size distribution in the highlands of Ethiopia. *Hydrology and Earth System Sciences* 15(7): 2367-2375.
11. Descroix, L., D. González, J. Viramontes, E. Poulenard, M. Anaya and J. Estrada. 2008. Gully and sheet erosion on subtropical mountain slopes: Their respective roles and the scale effect. *Catena* 72: 325-339.
12. Dlamini, P., G. Orchard, S. Jewitt, P. Lorentz, L. Titshall and V. Chaplot. 2011. Controlling factors of sheet erosion under degraded grasslands in the sloping lands of KwaZulu-Natal, South Africa. *Agricultural Water Management* 98(11): 1711-1718.
13. Flanagan, D. 2002. Erosion Encyclopedia of Soil Science. Marcel Dekker, New York.
14. Geissen, V., R. Sanchez, C. Kampichler, R. Ramos, A. Sepulveda and S. Hernández. 2009. Effects of land-use change on some properties of tropical soils-An example from southeast Mexico. *Geoderma* 151: 87-97.
15. Gupta, S. K. and R. S. Chera. 1996. Soil characteristics as influenced by slope aspects in Middle Swiwaliks. *Agropedology* 6: 43-48.
16. Jacob, H. and T. Clarke. 2002. Methods of soil analysis. *Soil Science Society of American Journal* 4(1): 317-328.
17. Jordan, A. and L. Martinez-Zavala. 2008. Soil loss and runoff rates on unpaved forest roads in southern Spain after simulated rainfall. *Forest Ecology and Management* 255: 913-919.
18. Kateb, I., F. Zhang, C. Zhang and R. Mosandl. 2013. Soil erosion and surface runoff on different vegetation covers and slope gradients: a field experiment in Southern Shaanxi Province, China. *Catena* 105: 1–10.
19. Kimaro, D., J. Poesen, B. Msanya and J. Deckers. 2008. Magnitude of soil erosion on the northern slope of the Uluguru Mountains, Tanzania: Interrill and rill erosion. *Catena* 75(1): 38-44.
20. Klute, A. 1986. Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods Medison Wisconsin, Unitate States of America.
21. Lenka, N. K., S. Sudhishri, A. Dass, P. R. Choudhury, S. Lenka and U. S. Patnaik. 2013. Soil carbon sequestration as affected by slope aspect under restoration treatments of a degraded alfisoil in the Indian sub-tropics. *Geoderma* 204: 102–110.
22. Maren, I. E., S. Karki, C. Prajapati, R. K. Yadav and B. B. Shrestha. 2015. Facing north or south: Does slope aspect impact forest stand characteristics and soil properties in a semiarid trans-Himalayan valley? *Journal of Arid Environments* 121: 112-123.
23. Nelson, D. W. and L. E. Sommer. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: A. L. Page (Ed.),

www.SID.ir

Archive of SID

Methods of Soil Analysis: Chemical and Microbiological Properties. American Society of Agronomy, Madison. PP. 539–579.
24. Pieri, L., M. Bittelli, M. Hanuskova, F. Ventura, A. Vicari and P. Rossi. 2009. Characteristics of eroded sediments from soil under wheat and maize in the North Italian Apennines. *Geoderma* 154: 20-29.
25. Qinjuan, M., C. Qiangguo and M. Wenjun. 2008. The relative importance of soil crust. *Geo Journal* 71: 117-125.
26. Rech, J. A., R. W. Reeces and D. M. Hendricks. 2001. The influence of slope aspect on soil weathering processes in the Springerville volcanic field, Arizona. *Catena* 43(1): 49–62.
27. Romero, C., L. Stroosnijder and G. A. Baigorria. 2007. Interrill and rill erodibility in the northern Andean Highlands. *Catena* 70(2): 105-113.
28. Shi, Z. H., N. F. Fang, F. Z. Wu, L. Wang, B. J. Yue and G. L. Wu. 2012. Soil erosion processes and sediment sorting associated with transport mechanisms on steep slopes. *Journal of Hydrology* 454: 123-130.
29. Sternberg, M. and M. Shoshany. 2001. Influence of slope aspect on Mediterranean woody formations: Comparison of a semiarid and an arid site in Israel. *Ecology Research* 16: 345–355.
30. Suhua, F., L. Baoyuan and L. Heping. 2011. The effect of slope on interrill erosion at short slopes, *Catena* 84(1): 29–34.
31. Tejada, M. J. and J. L. Gonzalez. 2007. Influence of organic amendments on soil structure and soil loss under simulated rain. *Soil and Tillage Research* 93(1): 197-205.
32. Vaezi, A. R., M. Abbasi, G. Bussi and S. Keesstra. 2016. Modeling sediment yield in semi-arid pasture micro-catchments, NW Iran. *Land Deg Radation and Development* 26: 186-199.
33. Wang, L. and M. Shao. 2008. Effects of tillage erosion on soil nutrients in loess sloping land of China. Transactions of the CSAE. *Earth and Planetary Sciences* 6: 63–67.
34. Wang, L., N. Dalabay, P. Lu and F. Wu. 2017. Effect of tillage practices and slope on runoff and erosion of soil from the loess Plateau, China, subjected to simulated rainfall. *Soil and Tillage Research* 166: 147-156.
35. Woo, M., G. Fang and D. Dicenzo. 1997. The role of vegetation in the retardation of rill erosion. *Catena* 29(2): 145-159.
36. Zhang, K., S. Li, W. Peng and B. Yu. 2004. Erodibility of agricultural soils and loess plateau of China. *Soil and Tillage Research* 76: 157-165.
37. Zingg, A. W. 2011. Degree and length of land slope as it affects soil loss in run-off. *Agricultural Engineering* 21: 59-64.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Water and Soil Science (Science and Technology of Agriculture and Natural Resources)
Vol. 22, No. 2, Summer 2018, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Variability of Surface Erosion and Particle Size Distribution in Relation to Slope Aspect and Gradient in a Semi-Arid Region in West of Zanjan

A. R. Vaezi*, Z. Bayat and M. Foroumadi[1]

(Received: February 18-2017; Accepted: April 18-2017)

Abstract

Soil erosion by surface runoff introduced as surface erosion is one of the main mechanisms of land degradation in the hill slopes. Slope characteristics including aspect and gradient can control the differences of soil properties along the hillslope. This study was conducted to investigate the effect of slope aspect and gradient on variations of some soil properties in the short slopes. Five hills including both north and south aspects with different gradients (9-10%, 13-16%, 17-22%, 29-31% and 33-37%) were considered in a semi-arid region with 30 ha in area, in the west of Zanjan, northwest of Iran. The hills were weakly covered with pasture vegetation covers. Soil samples were collected along the slopes from two depths (0-5 cm and 5-15 cm) in four positions with 2 m distance along each slope with two replications. A total of 160 soil samples were analyzed for particle size distribution (sand, silt and clay), gravel and bulk density. Surface erosion was determined based on the variation of grain size distribution and bulk density. Differences of the grain size distribution and surface erosion between the two slope aspects and among the slope gradients were analyzed using the Tukey test. No significant difference was found between slope aspects in surface soil erosion. Nevertheless, surface soil erosion was affected by slope gradient in each slope aspect (R^2= 0.78, $p< 0.05$). Surface erosion in the north slopes was more dependent on the slope gradient, as compared to the corresponding south slopes. In the south slopes, surface erosion was affected by the movement of silt particles from soil surface, while in the north slopes, it was significantly affected by the loss of clay particles.

Keywords: Particle size distribution, Soil properties, South slope, North slope, Surface erosion

1. Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran.
*: Corresponding Author, Email: vaezi.alireza@gmail.com

www.SID.ir